

# Economic Analysis of Law Review

## Aplicação da Teoria dos Jogos nos Setores de Construção e Extração Mineral: A Condição de *No-Shirking*

*Application of Game Theory in the Construction and Mineral Extraction Sectors: The Condition of No-Shirking*

Rodrigo Monteiro da Silva<sup>1</sup>  
*Universidade Estadual de Maringá (UEM)*

Miriã de Sousa Lucas<sup>3</sup>  
*Universidade Estadual de Maringá (UEM)*

Cassia Kely Favoretto Costa<sup>2</sup>  
*Universidade Estadual de Maringá (UEM)*

### RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo analisar qual seria o resultado ótimo em um jogo de rescisão no setor de construção civil e extração mineral empregando o modelo de salário de eficiência de Shapiro e Stiglitz. A estimação do modelo de salário de eficiência foi obtida mediante a estatística *odds ratio*, que permitiu verificar a probabilidade da empresa pegar um trabalhador fazendo “corpo mole” e assim definir quais seriam as ações do empregador e empregado. Foi utilizado os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para o ano de 2019. Os resultados mostram que o equilíbrio de Nash ocorre quando o trabalhador é produtivo e a empresa não o demite, assim, embora o trabalhador possa obter um salário não se esforçando, dado a incapacidade da empresa monitora-lo, a melhor estratégia para ele é trabalhar de forma produtiva e, para a empresa, a melhor estratégia é manter essa relação trabalhista.

**Palavras-chave:** Teoria dos Jogos. Salário de Eficiência. Shirking Model.

**JEL:** J31, J41, C21, C7, D7, D8.

### ABSTRACT

This research aimed to analyze what would be the optimal result in a termination game in the civil construction and mineral extraction sector using the Shapiro and Stiglitz efficiency wage model. The estimation of the efficiency wage model was obtained using the odds ratio statistic, which made it possible to verify the probability of the company taking a worker doing a “soft job” and thus defining the actions of the employer and employee. Data from the Annual Social Information Report (RAIS) for the year 2019 was used. The results show that the Nash equilibrium occurs when the worker is productive and the company does not fire him, thus, although the worker may not earn a salary. making an effort, given the company's inability to monitor him, the best strategy for him is to work productively and, for the company, the best strategy is to maintain this working relationship

**Keywords:** Game Theory. Efficiency Salary. Shirking Model.

**R:** 24/11/21 **A:** 25/02/22 **P:** 31/12/22

<sup>1</sup> E-mail: [rodrygomsylva@gmail.com](mailto:rodrygomsylva@gmail.com)

<sup>2</sup> E-mail: [ckfavoretto@uem.br](mailto:ckfavoretto@uem.br)

<sup>3</sup> E-mail: [miriaslucas@gmail.com](mailto:miriaslucas@gmail.com)

## 1. Introdução

Ao longo da discussão teórica econômica sobre mercado de trabalho, diversas abordagens surgiram com o propósito de explicar a dinâmica desse mercado e como os agentes nele envolvidos, firmas e trabalhadores, interagem buscando otimizar seu bem estar. Dentro dessa construção histórica, diferentemente do pensamento clássico ortodoxo, algumas vertentes propunham a existência de imperfeições nesse mercado de forma que é possível existir desemprego involuntário ou mesmo a possibilidade de uma das partes tomar vantagem nesse cenário de mercado imperfeito, principalmente ao se considerar as assimetrias de informação (ROMER, 2018; LAYARD; NICKELL; JACKMAN, 2005)

A partir desse contexto algumas teorias, entre elas as de salário de eficiência, propunham explicar que em determinados momentos empresas poderiam optar por pagar um maior salário para seus trabalhadores, seja por questões relacionadas a produtividade ou para reduzir a rotatividade ou ainda estimular o trabalhador a entregar o máximo de dedicação possível (LEIBENSTEIN, 1957; STIGLITZ, 1974; SALOP, 1979; WEISS, 1980). Dentro dessa última vertente das teorias de salário de eficiência, o modelo de Shapiro e Stiglitz (1984), também conhecido na literatura como *shirking model*, destaca que um salário acima de mercado gera um maior custo de oportunidade para o trabalhador, dado que se ele for pego fazendo “corpo mole”, dificilmente encontrará outro emprego que lhe possibilite o mesmo salário, estimulando a se dedicar em suas funções mesmo quando não estiver sob supervisão.

Além disso, no modelo de Shapiro e Stiglitz (1984), do qual deriva a chamada *no shirking condition*, se consegue obter a probabilidade de a firma encontrar os trabalhadores que não estão se esforçando (trabalhadores *shirkers*) e, dessa forma, realizar ações punitivas, como por exemplo a demissão desse trabalhador. No entanto, considerando a probabilidade de identificar o trabalhador *shirker*, as diferentes possibilidades de ações que a empresa pode tomar e, dado o comportamento do trabalhador, as questões a serem respondidas são: qual será o comportamento estratégico ótimo desses dois agentes? Quais serão os ganhos ou as perdas que cada um terá dado as estratégias e ações do outro?

Para encontrar a resposta dessas questões, a teoria dos jogos se mostra pertinente por seu conjunto de ferramentas analíticas capazes de indicar como os agentes, ou jogadores, agindo de forma conjunta, conseguem chegar ao melhor resultado possível para ambos, considerando as diferentes estratégias a serem adotadas no momento da tomada de suas decisões (MAS-COLELL, WHINSTON; GREEN, 1995).

Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo simular um jogo de rescisão entre empregador e empregado, utilizando o modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) para obter a probabilidade de o empregador identificar trabalhadores do tipo *shirker* e, dessa forma, por meio da teoria dos jogos, encontrar o equilíbrio ótimo para ambas as partes. A pesquisa inova ao estabelecer uma relação direta entre um modelo de salário de eficiência com a abordagem da teoria dos jogos. Os setores utilizados na pesquisa foram o de construção civil e extração mineral, por permitirem a construção de um *proxie* robusta para a probabilidade de identificação do modelo, como aponta Esteves (2008) e Uhr *et al.* (2017).

O trabalho possui mais quatro seções, além dessa introdução. Na seção seguinte é apresentada a revisão teórica sobre os modelos de salário de eficiência, o modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) e teoria dos jogos. Na terceira seção é abordado o desenvolvimento das metodologias utilizadas, seguida da análise dos resultados e, por fim, a última seção é destinada as considerações finais.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. O Modelo Shapiro Stiglitz

Shapiro e Stiglitz (1984) constroem seu modelo a partir de uma abordagem tradicional, partindo do pressuposto que existe um conjunto homogêneo de trabalhadores que, mesmo sendo idênticos na oferta de trabalho, utilizam diferentes níveis de esforço para a realização de suas atividades. O fundamento no qual o modelo se embasa é a ideia de que incentivos, salários acima do de mercado e punições, demissões por justa causa, fazem com que os trabalhadores empreguem mais esforço em suas atividades laborais (ROMER, 2018). O modelo pressupõe que existe um grande número de trabalhadores, denotado por  $\bar{L}$ , e um grande número das empresas,  $N$ . O objetivo dos trabalhadores é maximizar sua utilidade esperada descontada enquanto as empresas objetivam maximizar seus lucros descontados intertemporalmente. A utilidade do trabalhador é representada por:

$$U = \int_t^{\infty} e^{-\rho t} u(t) dt, ; \rho > 0 \quad (1)$$

Onde  $u(t)$  representa a utilidade instantânea no tempo  $t$ , e  $\rho$  é a taxa de desconto intertemporal. A utilidade depende do salário recebido  $w(t)$ , que permite a compra de bens e serviços e também da desutilidade do trabalho, ou lazer, medido pelo esforço  $e(t)$ , da seguinte forma:

$$u(t) = \begin{cases} w(t) - e(t) & \text{se empregado} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2)$$

Os níveis de esforço ( $e$ ) do trabalhador ou é nulo,  $e = 0$  (*shirker*), ou máximo,  $e = \bar{e}$  (*no shirker*). Diante disso, trabalhadores podem estar empregados e exercendo esforço (denotado como  $E$ ), empregado e não exercendo esforço (denotado  $S$ ) ou desempregado (denotado  $U$ ). Uma das formas que Romer (2018) apresenta para a probabilidade de demissão, mesmo que o trabalhador se esforce, é representá-la como uma probabilidade  $b$  por unidade de tempo, de forma que essa taxa de risco  $b$  representa a probabilidade do trabalhador que está empregado e realizando esforço ( $E$ ) perder seu emprego.

Para a empresa descobrir quais trabalhadores não estão empregando esforço o modelo assume um processo de Poisson, sendo que essa probabilidade exógena é denotada por  $q$  unidade de tempo. Trabalhadores que são pegos não se esforçando são demitidos de forma que  $q$  representa a probabilidade do trabalhador empregado que não está realizando esforço ( $S$ ) perca seu emprego e é essa a variável que interessa para a construção do jogo de rescisão (ROMER, 2018).

Por fim, trabalhadores desempregados encontram emprego à taxa  $a$  por unidade de tempo. Essa taxa  $a$  é determinada endogenamente, pois as empresas que contratarem novos trabalhadores escolhem de forma aleatório no mercado. Dessa forma,  $a$  é determinado pela taxa em que as empresas estão contratando e o número de trabalhadores desempregados (ROMER, 2018). Essas suposições podem ser resumidas da seguinte forma:

$$b + q = \text{taxa de perda de emprego}$$

$$a = \textit{taxa de obtenção de emprego} \quad (3)$$

Já as firmas objetivam maximizar seus lucros, representado pela seguinte função:

$$\pi(t) = F(\bar{e}L(t)) - w(t)[L(t) + S(t)]; F' > 0; F'' < 0 \quad (4)$$

A decisão da firma de decidir a quantidade de  $L$  que maximiza  $\pi(t)$  é dado por:

$$F'(\bar{e}L(t))\bar{e} - w(t) = 0$$

ou

$$\bar{e}F'(\bar{e}L(t)) = w(t) \quad (5)$$

Por fim, o modelo supõe que  $\bar{e}F'(\bar{e}\bar{L}/N) > \bar{e}$ , ou seja, a produtividade marginal do serviço do trabalho é maior que o esforço máximo do trabalhador, de modo que a firma possui uma reserva, em termos de custo (salário) para incentivar o trabalhador a não fazer “corpo mole”, e esta condição estabelece que se cada empresa contratar  $1/N$  da força de trabalho, o produto marginal do trabalho excede o custo do esforço. Desse modo, na ausência de monitoramento imperfeito, há pleno emprego (SHAPIRO; STIGLITZ, 1984).

Para encontrar os valores de cada estado no qual os trabalhadores possam estar, representados por E, U e S, Romer (2018) aponta que uma forma intuitiva de encontrá-los é considerar cada um desses estados como um título financeiro, que rende um rendimento mensal, mas possui uma probabilidade de perda de valor. O valor relacionado ao estar empregado e exercendo esforço é representado por:

$$\rho V_E = (w - \bar{e}) - b(V_E - V_U) \quad (6)$$

Em que  $V_E$  representa o valor do título estar empregado,  $\rho$  é a taxa de desconto intertemporal,  $(w - \bar{e})$  os dividendos recebidos e  $b(V_E - V_U)$  a probabilidade de perda de valor desse título. Já para o estado estar empregado, mas não exercer esforço (S), é dado por:

$$\rho V_S = w - (b + q)(V_S - V_U) \quad (7)$$

Onde  $V_S$  representa o valor do título estar empregado, mas sem esforço,  $\rho$  é a taxa de desconto intertemporal,  $w$  os dividendos recebidos e  $(b + q)(V_E - V_U)$  a probabilidade de perda de valor desse título. Por fim, para os desempregados (U):

$$\rho V_U = a(V_E - V_U) \quad (8)$$

No qual  $V_U$  representa o valor do título estar desempregado,  $\rho$  é a taxa de desconto intertemporal, por não trabalhar, não possui nenhum rendimento e o único ganho está associado a probabilidade  $a$  de encontrar emprego.

O modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) busca encontrar o que os autores denominaram *no shirking condition*, condição essa que representa a não negligência por parte do trabalhador ao desempenhar suas funções na empresa (trabalhador *no-shirker*). Para encontrar essa condição, a empresa necessita pagar pelo menos  $V_E \geq V_S$  pois senão seus trabalhadores não exercem esforço, e como o esforço não pode exceder  $\bar{e}$  não há necessidade de pagar qualquer excesso sobre o mínimo necessário para induzir esforço, de forma que a empresa deve escolher um salário onde:

$$V_E = V_S \quad (9)$$

A partir de (7) e (8):

$$\begin{aligned} (w - \bar{e}) - b(V_E - V_U) &= w - (b + q)(V_E - V_U) \\ w - \bar{e} - b(V_E - V_U) &= w - b(V_E - V_U) - q(V_E - V_U) \\ -\bar{e} &= -q(V_E - V_U) \\ V_E - V_U &= \frac{\bar{e}}{q} \end{aligned} \quad (10)$$

A equação (10) mostra que firmas definem salários altos o suficiente para garantir que trabalhadores prefiram estritamente emprego ao desemprego, de modo que estes possuam algum dividendo. O tamanho desse prêmio possui relação direta com o esforço,  $\bar{e}$  mas indireta com  $q$ , ou seja, quanto maior a probabilidade de as firmas descobrirem trabalhadores negligentes, menor o valor prêmio (ROMER, 2018).

Para encontrar o salário referente a fração  $\bar{e}/q$ , rearranjando as equações (6) e (8):

$$\begin{aligned} \rho V_E - \rho V_U &= (w - \bar{e}) - b(V_E - V_U) - a(V_E - V_U) \\ \rho V_E - \rho V_U &= (w - \bar{e}) - (a + b)(V_E - V_U) \end{aligned} \quad (11)$$

Assim, para que  $V_E - V_U$  seja igual a  $\bar{e}/q$ , salários devem satisfazer:

$$\begin{aligned} \rho(V_E - V_U) &= w - \bar{e} - b(V_E - V_U) - a(V_E - V_U) \\ \bar{e} + b(V_E - V_U) + a(V_E - V_U) + \rho(V_E - V_U) &= w \\ \bar{e} + (a + b + \rho)(V_E - V_U) &= w \\ w &= \bar{e} + (a + b + \rho)\frac{\bar{e}}{q} \end{aligned} \quad (12)$$

Na equação (12) pode se verificar que o salário que induz o trabalhador a se esforçar aumento no custo do esforço ( $\bar{e}$ ), com a taxa de obtenção de emprego ( $a$ ), a taxa de perda de empregos ( $b$ ) e a taxa de desconto ( $\rho$ ) mas diminui com a probabilidade de detecção por parte da firma em encontrar trabalhadores negligentes ( $q$ ), ou seja, que não se esforçam.

Romer (2018) aponta que é mais conveniente expressar o salário necessário para prevenir trabalhadores negligentes em termos de emprego por empresa,  $L$ , do que pela taxa de obtenção de emprego  $a$ . Assim, partindo de uma economia no estado estacionário, rearranjando a probabilidade  $a$  e fazendo as manipulações matemáticas:

$$a = \frac{NLb}{\bar{L}-NL} \quad (13)$$

$$(a + b) = \frac{b\bar{L}}{(\bar{L}-NL)} \quad (14)$$

Substituindo em (14) em (12) encontra-se:

$$w = \bar{e} + \left( \rho + \frac{\bar{L}}{\bar{L}-NL} b \right) \frac{\bar{e}}{q} \quad (15)$$

A equação (15) mostra a relação de *no shirking condition*. Essa condição mostra que o salário de eficiência está em função de determinadas variáveis como nível de esforço ( $\bar{e}$ ), não observável diretamente, o inverso da taxa de desemprego ( $\bar{L}/(\bar{L} - NL)$ ), probabilidade de demissão ( $b$ ) e a probabilidade do trabalhador ser pego negligenciando ( $q$ ) (ROMER, 2018). A função de salário de eficiência de Shapiro e Stiglitz (1984) mostra que o salário de eficiência será maior quanto maior o esforço, o inverso da taxa de desemprego, a taxa de desconto e menor quanto maior a probabilidade  $q$ , sendo essa a probabilidade de a firma conseguir encontrar seus trabalhadores negligentes e a partir dessa probabilidade tomar suas decisões sobre demissão ou não demissão.

Como apontam Esteves (2006), Esteves (2008), Uhr e Ziero (2011), Ziero *et al.* (2016), Ziero *et al.* (2017), Angel e Fumás (2002) e Kemp Benedict (2015), uma das formas de se verificar a validade do modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) é encontrar a probabilidade  $q$  das empresas, e encontrar uma relação inversa com o salário recebido pelo trabalhador. Dessa forma, na presente pesquisa, para testar o modelo e assim utilizá-lo na modelagem do jogo de rescisão, foi estimado o valor dessa probabilidade a partir de uma estimação econométrica, obtendo dessa forma para os setores de construção civil e extração mineral uma relação negativa entre essa variável e salário, definindo um *trade-off* entre salários e probabilidade do trabalhador negligente, que não se esforça, ser pego.

A próxima seção é destinada as metodologias utilizadas para se alcançar o objetivo da pesquisa. Inicialmente é apresentado a metodologia da regressão logística e o *odds ratio*, utilizada para encontrar a probabilidade de o trabalhador ser pego negligenciando ( $q$ ), ou seja, ser *shirker*, conforme apresenta o modelo de Shapiro e Stiglitz (1984). Posteriormente é desenvolvida a modelagem da teoria dos jogos empregadas no jogo de rescisão.

### 3. Metodologia

Nos estudos sobre a validação do modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) a preocupação é encontrar um *trade off* entre salário e a probabilidade de um trabalhador *shirker* ser pego. A dificuldade da validação desse modelo é encontrar a *proxy* para representar a intensidade de supervisão por parte da empresa sobre o comportamento do trabalhador. Dessa forma, assim como nos trabalhos de Esteves (2006), Uhr *et al.* (2016), Uhr *et al.* (2017), Kemp-Benedict (2015) e Angel e Fumás (2002) a *proxy* utilizada foi a razão supervisores/número de empregados, que na literatura é conhecida como *span of control*. Os setores escolhidos para a análise foram os de construção civil e de extração mineral, pois como apontam Esteves (2008) e Uhr *et al.* (2017) esses setores apresentam boa relação entre supervisão e trabalhadores, além dessa supervisão ser majoritariamente realizada por capital humano, o que possibilita maior realismo para a *proxy*.

Como o objetivo inicial da pesquisa é verificar a probabilidade de um trabalhador *shirker* ser pego nessa condição, a partir da teoria do salário de eficiência de Shapiro e Stiglitz (1984), para posteriormente aplicar em um jogo de rescisão, a variável dependente analisada será o logaritmo natural do salário hora mínimo. No entanto, com a intenção de verificar se o trabalhador ganha um salário maior que o de mercado, considerado na pesquisa como o salário mínimo<sup>4</sup>, a abordagem metodológica considerou o que afeta a probabilidade desse trabalhador, de fato, receber um salário hora maior que o mínimo.

Dessa forma, dado o objetivo de encontrar o valor do parâmetro  $q$  (probabilidade do trabalhador *shirker* ser pego) do modelo e com esse valor montar os *payoffs* associados as escolhas do trabalhador entre ser negligente ou não, a partir da teoria dos jogos, e dado que a variável de estudo é binária, a abordagem econométrica adotada foi a regressão logística. A utilização da regressão logística se justifica dado o comportamento binário da variável dependente. De acordo com Greene (2003) a regressão logística possibilita a análise da probabilidade de ocorrer um evento qualquer a partir do comportamento das variáveis independentes. Na presente pesquisa o evento é o trabalhador receber um salário maior que o mínimo, sendo essa uma variável binária com valores 1 para salários acima do mínimo e 0 para menores. Já o cálculo da razão de chances (*odds ratio*) é a razão da probabilidade de ocorrência do evento desejado com a não ocorrência do evento desejado, com valores negativos entre 0 e 1 e valores positivos que serão maiores ou igual a 1. A chance de ocorrência de um evento qualquer é representada como:

$$chance = \frac{P}{1-P} \quad (16)$$

Esta abordagem possibilita a verificação da relevância de cada variável explicativa para que o fato desejado (salário superior ao mínimo) ocorra. Dessa forma, a Probabilidade de o evento desejado ocorrer é de:

$$P = \frac{1}{1+e^{-z}} = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\beta_3x_3+\dots+\beta_kx_k)}} \quad (17)$$

Onde:

Z: Regressão logística;

---

<sup>4</sup> Que em 2019 era de R\$ 998,00

$P$ : Probabilidade estimada do evento ocorrer;

$x_i$ : Variáveis explicativas;

$\beta_i$ : Parâmetros estimados do modelo

A interpretação para o *odds ratio*, para cada variável explicativa é dada a partir da comparação do evento ocorrer. Dessa forma, se for maior que a unidade, aumenta a chance do evento, que na presente pesquisa é o trabalhador receber um salário acima do de mercado; se igual a 0, não haverá associação entre a variável e o evento e, por fim, se menor que zero, diminui as chances de o trabalhador receber acima do mínimo. Para encontrar a probabilidade de cada variável sobre o evento, mantendo as demais constantes, basta subtrair uma unidade do *odds ratio* de cada variável, (GREENE, 2003).

Na presente pesquisa, o objetivo é verificar a probabilidade associada a variável *span of control* e analisar como ela impacta a probabilidade do salário recebido ser maior que o de mercado, considerado na pesquisa como o mínimo, e a partir disso, por meio da modelagem da teoria dos jogos, obter o resultado das interações entre empresa e trabalhador, dado o comportamento deste em se esforçar ou não, quais os resultados (*payoffs*) associados a tais ações e qual(is) os possíveis equilíbrios. Na Tabela 1, abaixo, é apresentada as variáveis utilizadas na pesquisa, sua descrição e a base de dados utilizada.

**Tabela 1:** Descrição das variáveis do modelo

Variáveis	Descrição	Fonte
Logaritmo natural do salário hora mínimo	Variável binária: 1 – acima do salário hora mínimo; 0 caso contrário.	RAIS/MTE
<i>Span of control</i>	Razão supervisores/número de empregados.	RAIS/MTE
Idade	Idade ponderada dos trabalhadores	RAIS/MTE
CH1	Trabalhadores com ensino fundamental completo.	RAIS/MTE
CH2	Trabalhadores com ensino pós completo.	RAIS/MTE
EGP	Número de empresas de grande porte.	RAIS/MTE
SU	Variável binária: 1 - mora na região SUL; 0 caso contrário.	RAIS/MTE
CO	Variável binária: 1 - mora na região Centro Oeste; 0 caso contrário.	RAIS/MTE
NO	Variável binária: 1 - mora na região Norte; 0 caso contrário.	RAIS/MTE
NE	Variável binária: 1 - mora na região Nordeste; 0 caso contrário.	RAIS/MTE

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da RAIS/MTE (2020).



### 3.1 Teoria dos Jogos

Os jogos podem ser representados na forma estratégica (normal), que consiste em apresentá-lo diretamente em termos de estratégias e dos *payoffs* associados. Dessa forma, a representação formal de um jogo em sua forma normal é dada por  $\Gamma_N = \{I, \{S_i\}, \{u_i(\cdot)\}\}$ . Onde  $I$  representa o conjunto de número finito de jogadores ( $i$ ), em que para cada jogador  $i$  tem uma estratégia ( $s_i$ ), que pertence a um conjunto de estratégias, representado por  $S_i$  (com  $s_i \in S_i$ ) e uma função utilidade Von Neumann-Morgenstern  $u_i(s_i, s_{-i})$  que dá o nível de utilidade do jogador dado as estratégias escolhidas por todos os outros jogadores ( $s_{-i}$ ).

Normalmente, para resolver um jogo, é necessário encontrar seus possíveis equilíbrios, baseado no conceito de equilíbrio de Nash. O conceito de Equilíbrio de Nash, em estratégias puras, para um jogo na forma normal,  $\Gamma_N = \{I, \{S_i\}, \{u_i(\cdot)\}\}$ , é uma lista de estratégias  $s = (s_1, \dots, s_I)$ , com a propriedade de que, para todo  $i = 1, \dots, I$ , tem-se que:

$$u_i(s_i, s_{-i}) \geq u_i(s'_i, s_{-i}) \quad \forall s'_i \in S_i \quad (18)$$

Ou seja, no equilíbrio de Nash, a estratégia escolhida por um jogador é a melhor resposta às estratégias jogadas por seus rivais. Nenhum jogador tem incentivo para desviar-se da estratégia de equilíbrio, dada as estratégias dos demais jogadores. Nesse sentido, um equilíbrio de Nash são predições consistentes de como o jogo será jogado. Se todos os jogadores esperam que um dado equilíbrio de Nash se efetivará então nenhum jogador se desviará da estratégia de equilíbrio (MAS-COLELL; WHINSTON; GREEN, 1995).

É possível também representar um jogo na forma extensiva ( $\Gamma_E$ ) que exhibe quando o jogador deve mover-se, quais as ações disponíveis para cada um, o que os jogadores sabem quando eles se movem, os resultados associados com cada ação e os *payoffs* do jogo. Quando se trata de um jogo de informação perfeita, cada conjunto de informação possui apenas um nó de decisão, por sua vez, quando o jogo é de informação imperfeita, o conjunto de informação possui mais de um nó de decisão. Para facilitar o entendimento desses conceitos a Figura 1 exhibe um exemplo de jogo de informação imperfeita na forma simultânea.

Dessa forma, a representação formal de um jogo em sua forma normal é dada por  $\Gamma_E = \{\chi, \mathcal{A}, I, p(\cdot), \alpha, H, \mathcal{H}, i(\cdot), \rho(\cdot), \mu\}$ . Onde  $\chi$  representa um conjunto finito de nós de decisão;  $\mathcal{A}$  e  $I$  referem-se ao conjunto de ações e de jogadores, respectivamente;  $p(\cdot)$  refere-se a um único nó que é predecessor de cada nó no jogo e  $\alpha$  representa a ação que leva o jogador a um único nó sucessor;  $H$  representa o conjunto de informação de cada nó e  $\mathcal{H}$  é o conjunto de informação de todo o jogo,  $i(\cdot)$  especifica o conjunto de informação atribuída a cada jogador para a tomada de decisão, considerando todas as informações que esse jogador possui;  $\rho(\cdot)$  refere-se à probabilidade às ações possíveis em um conjunto de informação onde a natureza atua e por fim,  $\mu$  representa os *payoffs* do jogo.

Também é possível representar um jogo na forma extensiva ( $\Gamma_E$ ) que exhibe qual jogador e quando um jogador deve mover-se, quais são as ações disponíveis para cada jogador, o que os jogadores sabem quando eles se movem, os resultados associados com cada ação e os *payoffs* dos jogadores para cada resultado. Nesse contexto, os jogos podem ser de informação perfeita, em que cada conjunto de informação possui apenas um nó de decisão, ou de informação imperfeita em que um conjunto de informação possui mais de um nó de decisão.

No presente trabalho, o conceito de equilíbrio que usaremos para resolução do jogo criados será o conceito de Equilíbrio de Nash Bayesiano. Um equilíbrio de Nash bayesiano é aquele em que a combinação de estratégias adotadas pelos jogadores maximiza as recompensas de cada jogador, dadas as estratégias dos demais jogadores, seus tipos e as probabilidades atribuídas aos tipos dos demais jogadores. De um modo geral, um jogo bayesiano simultâneo, em sua forma estratégica, deve conter: i) as ações disponíveis para os jogadores; ii) os jogadores e seus possíveis tipos; iii) as probabilidades associadas a cada tipo de jogador e; iv) as recompensas derivadas de cada combinação de tipo de jogador e as estratégias (FIANI; 2015). Uma vez elaborada a forma estratégica de um jogo bayesiano simultâneo, é possível aplicar o conceito de equilíbrio de Nash, que assume então a denominação de equilíbrio de Nash bayesiano.

A partir dessa contextualização sobre o modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) e a teoria dos jogos e dados suas ferramentas analíticas para o estudo do resultado da interação entre agentes, denominados jogadores, que possuem interesses particulares, mas com estratégias e ações dependendo das estratégias e ações dos demais jogadores, a pesquisa a ser desenvolvida tem como objetivo de, a partir da probabilidade da firma identificar trabalhadores *shrink*, e a partir dela, definir qual o equilíbrio no jogo de rescisão entre empresa e trabalhador.

## 4. Análise Dos Resultados

### 4.1. Modelo de Shapiro Stiglitz (1984)

Considerando que a pesquisa consiste em analisar um jogo de rescisão, a partir da probabilidade de a empresa pegar o trabalhador *shirker*, representada pela variável  $q$  do modelo de Shapiro e Stiglitz (1984), *proxy* chamada de *span of control*, obtida pela razão número de supervisores por trabalhador, é esperado que, quanto maior o percentual de supervisores na empresa, maior a probabilidade de a firma pegar o trabalhador *shirker* e assim menores as chances do trabalhador receber um salário acima do de mercado.

Por meio do modelo de salário de eficiência, proposto por Shapiro e Stiglitz (1984), é possível verificar que o salário que a empresa paga para o trabalhador apresenta uma relação negativa com o monitoramento que ela adota em relação ao controle do desempenho do trabalhador. Essa variável, denotada pelo parâmetro  $q$ , como apontam os trabalhos de Esteves (2006), Esteves (2008), Uhr e Ziero (2011), Uhr *et al.* (2016) foi obtida por meio da *proxy* chamada *span of control*. A partir da estimação de um modelo logístico e do *odds ratio* é possível verificar como as variáveis explicativas afetam a probabilidade de o trabalhador receber um salário maior que o de mercado.

A estimação do modelo Logit é apresentado na Tabela 2. Observa-se que as variáveis idade (obtida por meio da média ponderada das idades dos trabalhadores dos setores), residir nas regiões Sul, Nordeste e Norte (essa última não sendo estatisticamente significativa) reduzem a probabilidade de o trabalhador receber um salário acima do de mercado.

**Tabela 2:** Resultados da Regressão Logística Modelo Completo (Razão de Chances)

Variáveis	<i>logit</i>	<i>Odds ratio</i>
<i>Span of control</i>	-0.1965*	0.8217*
Idade	-0.0626***	0.9394***
CH1	0.0141***	1.0142***
CH2	0.0717	1.0744
EGP	0.0008***	1.0008***
SU	-0.0451	0.956
CO	0.4968***	1.6434**
NO	-0.2334	0.7919
NE	-0.9392***	0.3910***
Constante	2.6685***	14.4171***
Nº observações	3030	3031
Log verossimilhança	1083.32***	1083.32***

Fonte: Resultado da pesquisa, os autores.

Nota: Significativo a 1%, \*\* a 5% e \* a 10%.

Destaca-se que, o sinal negativo da variável idade se deve ao fato de que uma idade elevada reduz os ganhos do trabalhador e, como a média de idade dos trabalhadores do setor de construção e extração mineral é elevada (aproximadamente 42 anos), o sinal era esperado. Tais resultados corroboram com os encontrados nos trabalhos de Esteves (2006) e Uhr e Ziero (2011).

Trabalhadores com ensino fundamental (CH1) se mostrou positivo e significativo, já trabalhadores com pós completa (CH2) apresentou efeito positivo, mas não significativo. Da mesma forma, dado que esses setores apresentam elevado custo de capital, empresas de grande porte (EGP) tende a prevalecer, afetando assim positivamente os ganhos dos trabalhadores.

A variável *span of control*, utilizada como *proxy* para encontrar a probabilidade pela qual a empresa consegue descobrir se um trabalhador é ou não é *shirker*, a partir do modelo de Shapiro e Stiglitz (1984), apresentou o sinal esperado, negativo e significativo, assim como os trabalhos de Esteves (2006), Esteves (2008), Uhr e Ziero (2011), Ziero *et al.* (2016), Ziero *et al.* (2017), Angel e Fumás (2002) e Kemp Benedict (2015).

No entanto, como aponta Greene (2003), para se obter o valor da probabilidade que a variável explicativa possui sobre o sucesso de ocorrência de um evento, deve se aplicar o *odds ratio* e, dessa forma, verificar se ela possui relação direta, indireta ou nula sobre esse evento. Na terceira coluna da Tabela 2 nota-se que a estatística do valor *odds ratio* do *span of control* é menor que a unidade, indicando, como esperado que essa variável reduz a probabilidade de o trabalhador receber mais que o salário de mercado em 17,83%. O valor dessa probabilidade será utilizado no jogo de rescisão como uma maneira da empresa encontrar o trabalhador *shirker* e, dessa forma, tomar as decisões referentes a demissão com ou sem justa causa, e dessa forma encontrar o equilíbrio desse jogo.

#### 4.2 Teoria dos Jogos (Jogo da Rescisão)

No presente estudo, a modelagem de uma situação estratégica entre empresa e trabalhador haverá dois jogadores, o trabalhador (I) e o empregador (E). Nesse jogo, considera-se o pressuposto do modelo de Shapiro e Stiglitz (1984), apresentado anteriormente, onde um trabalhador pode ser produtivo (*no shirker*) e também pode “fazer corpo mole” no trabalho (*shirker*), sendo essas as duas estratégias do trabalhador. Para denotar cada estratégia, considera-se que CNS refere-se ao trabalhador *no shirking condition* e CS refere-se ao trabalhador *shirking condition*. Por sua

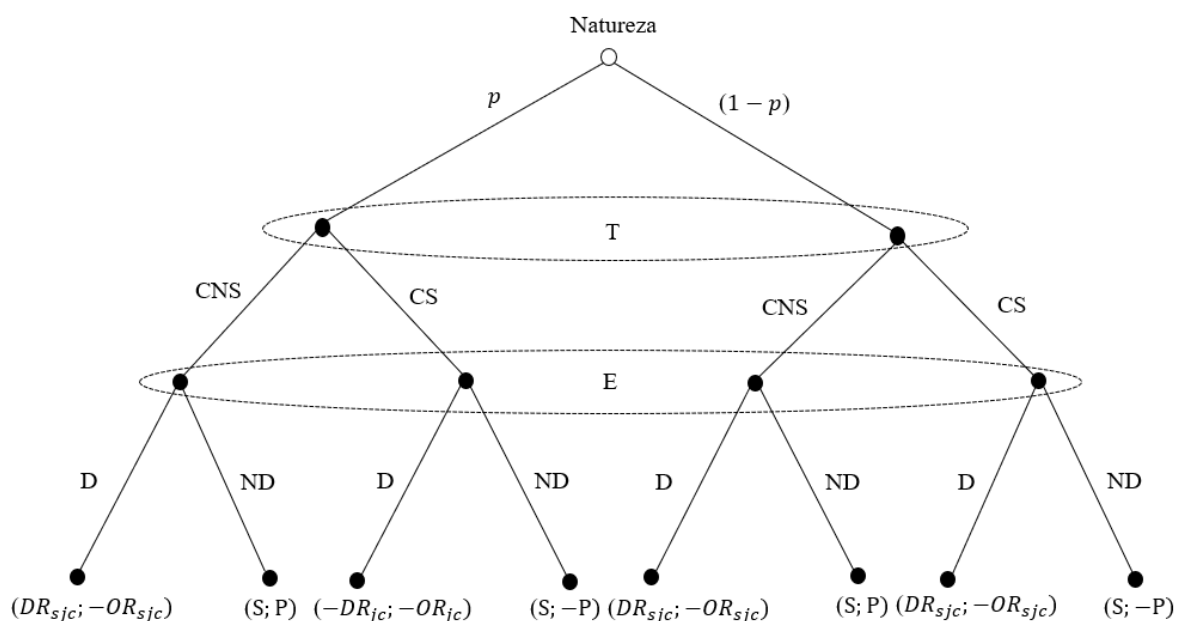
vez, o empregador também tem duas estratégias, de demitir o trabalhador (D) ou manter a relação trabalhista com esse indivíduo, ou seja, não o demitir (ND).

Considera-se ainda que existe uma probabilidade de o trabalhador *shirker* ser pego, a qual dependerá da efetividade da supervisão que a empresa possui sobre esses funcionários. A probabilidade de o empregador identificar o trabalhador *shirker* é dado pela estimativa do modelo *Logit*, variável  $q$  no modelo de Shapiro e Stiglitz (1984)) onde utiliza-se a *proxy span of control*. A probabilidade de o trabalhador *shirker* ser pego é representada pela natureza (N), no início do jogo.

No presente estudo, considera-se que o fato de que se o trabalhador *shirker* for pego a empresa pode optar por demiti-lo ou apenas adverti-lo, mantendo sua relação trabalhista. Se a empresa resolver romper com o contrato de trabalho, gera para esse indivíduo uma punição grave, refletindo uma demissão por justa causa, o que faz com que o trabalhador perca grande parte dos seus direitos rescisórios. Por sua vez, se a empresa resolve romper o contrato de trabalho com um trabalhador *no shirker*, não cabe demissão por justa causa, e o trabalhador terá direito a todas as verbas rescisórias que a lei lhes garante. Destaca-se que, quando a empresa não possui supervisão para identificar o trabalhador *shirker* e resolve romper com a relação trabalhista, essa a demissão ocorrerá sem justa causa, garantindo ao trabalhador direito a todas as verbas da rescisão contratual.

Uma vez mantida a relação de trabalho, o trabalhador auferir por um salário ( $S$ ) e a empresa ganha com a produtividade desse trabalhador ( $P$ ), caso esse trabalhador seja *no shirker*. Contudo, se o trabalhador for *shirker*, esse indivíduo recebe normalmente seu salário, mas a empresa perde um valor relativo à sua produtividade ( $-P$ ), ou seja, há um ônus para a empresa em manter o trabalhador que apresenta baixa produtividade no trabalho. O jogo da rescisão é exibido na forma de árvore na Figura 2, em que o primeiro *payoff* nos nós terminais refere-se ao trabalhador e o segundo consiste no *payoff* do empregador. Por sua vez, a Figura 3 apresenta o jogo em sua forma estratégica (matricial).

Figura 1: Jogo da rescisão na forma extensiva



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2: Jogo da rescisão na forma matricial

Prob ( $p$ )			
<b>Jogo Tipo I</b>		<b>E</b>	
		D	ND
<b>T</b>	CNS	$(DR_{sjc}; -OR_{sjc})$	$(S; P)$
	CS	$(-DR_{jc}; -OR_{jc})$	$(S; -P)$
Prob ( $1 - p$ )			
<b>Jogo Tipo II</b>		<b>E</b>	
		D	ND
<b>T</b>	CNS	$(DR_{sjc}; -OR_{sjc})$	$(S; P)$
	CS	$(DR_{sjc}; -OR_{sjc})$	$(S; -P)$

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 2 mostra as seguintes condições do jogo. A Natureza representa a probabilidade de a empresa identificar o trabalhador *shirker*, dado pela probabilidade ( $p$ ), e não identificar o trabalhador nessa condição, dado pela probabilidade ( $1 - p$ ). Existem dois jogadores: trabalhadores e empregadores,  $I = \{T; E\}$ . Os jogadores possuem duas estratégias:  $\sigma_T = \{CNS; CS\}$  e  $\sigma_E = \{D; ND\}$ , ou seja, as estratégias do trabalhador é jogar “no *shirking condition*” e “*shirking condition*”; e as estratégias do empregador é jogar “demite” e “não demite”.

Com relação aos *payoffs*, se o trabalhador for no *shirker* e a empresa resolve demiti-lo, será gerado um *payoff* representado por  $\mu = \{DR_{sjc}; -OD_{sjc}\}$ , onde o trabalhador terá direito às verbas rescisórias e a empresa terá que arcar com o ônus dessa demissão. Por sua vez, se a empresa identificar o trabalhador *shirker* ela pode demiti-lo por justa causa e o *payoff* gerado será  $\mu = \{-DR_{jc}; -OD_{jc}\}$ , onde o trabalhador terá uma perda de ganho na rescisão trabalhista, uma vez que a demissão por justa causa reduz as verbas trabalhistas que poderia auferir caso essa demissão fosse comum, e a empresa terá que arcar com um ônus desse desligamento, pagando ao trabalhador alguns valores rescisórios. Já quando a empresa não possui supervisão capaz de identificar o trabalhador *shirker*, independente da estratégia que o trabalhador jogue, a demissão sempre será sem justa causa, garantindo ao trabalhador todas as verbas rescisórias contidas em lei e o *payoff* será representado por  $\mu = \{DR_{sjc}; -OD_{sjc}\}$ .

Se o trabalhador for no *shirker* e a empresa resolve manter o contrato de trabalho, o trabalhador auferir por seu salário mensal, dado por ( $S$ ), e a empresa auferir da produtividade desse trabalhador, dada por ( $P$ ), gerando um *payoff* representado por  $\mu = \{S; P\}$ . Por sua vez, se o trabalhador for *shirker* e a empresa mantém a relação de trabalho, o *payoff* é representado por  $\mu = \{S; -P\}$ , ou seja, há uma perda pela empresa da produtividade desse trabalhador.

A forma como são calculados os *payoffs* são apresentados na próxima sessão. Cada conjunto de informação de cada jogador contém dois nós de decisão, isto é a forma de modelar a incerteza relacionada a decisão que o empregador tomará, assim temos um jogo de informação imperfeita.

No nó inicial temos a natureza (probabilidade de o trabalhador *shirker* ser pego) se movendo em que  $p \in [0,1]$ .

#### 4.2.1 Payoffs

Essa subseção estabelece o valor aproximado dos *payoffs* do jogo com base nas hipóteses que serão admitidas e a seguir verificar como o equilíbrio de Nash pode surgir. Suponha que o empregador paga, corretamente, todos os direitos trabalhistas ao longo do contrato de trabalho e, em caso de demissão, o trabalhador terá direito aos direitos que a lei lhes garante. Assim, para a elaboração dos *payoffs*, algumas suposições são necessárias:

- O trabalhador completou 18 meses no emprego e seu salário corresponde a um salário mínimo mensal, R\$998,00;
- O trabalhador já auferiu por um período integral de férias, porém não possui férias vencidas;
- O trabalhador nunca recebeu seguro-desemprego anteriormente, e como se enquadra na condição de ter recebido salário pelo menos 12 meses nos últimos 18 meses imediatamente anteriores à data de dispensa, quando da primeira solicitação, tem direito a 5 parcelas de seguro-desemprego;
- A parcela mensal do seguro-desemprego corresponde a um salário mínimo sem nenhum desconto;
- O depósito obrigatório da empresa para o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) é de 8% sobre o salário mensal do trabalhador, incidindo também sobre o décimo terceiro salário;

Na legislação trabalhista há várias formas de rescisão de contrato de trabalho, contudo, no presente trabalho, o que interessa são apenas nas situações em que o trabalhador (ou empregador) somente pode ter acesso a dois tipos. Os tipos de rescisão e os benefícios resultantes de cada um para o trabalhador estão na Tabela 3. Considerando a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), em caso de demissão, o trabalhador terá direito às seguintes verbas rescisórias:

**Tabela 3:** Tipos de rescisão do contrato de trabalho e seus benefícios

Rescisão	SS	FV+1/3	FP+1/3	13ºP	AP	FGTS	MFGTS	SD
Sem justa causa	x	x	x	x	x	100%	40%	x
Com justa causa	x	x						

Fonte: Elaboração própria.

**Nota:** x denota que o empregado tem direito a verba rescisória, SS = saldo salário, FV = férias vencidas com adicional de 1/3; FP = férias proporcionais com adicional de 1/3; 13ºP = décimo terceiro proporcional, AP = aviso prévio, FGTS = porcentagem sobre o saldo de FGTS que o trabalhador poderá sacar, MFGTS = porcentagem da multa sobre o saldo do FGTS que empregado recebe e SD = seguro desemprego.

Observa-se, na Tabela 3, que a rescisão por demissão sem justa causa maximiza o valor das verbas trabalhistas resultante do término da relação empregatícia. Nesta situação, o trabalhador tem direito a todos os benefícios e ainda pode sacar 100% do saldo do FGTS e receber seguro desemprego. Por sua vez, quando o trabalhador é demitido com justa causa, esse perde uma grande parte dos valores rescisórios, uma vez que a demissão por essa modalidade é resultado de uma falta

grave cometida pelo trabalhador e, sendo assim, consiste em uma forma de punição pelo comportamento inadequado no ambiente de trabalho.

Considerando as suposições apresentadas acima, os valores dos *payoffs* do trabalhador,  $DR_{sjc}$  e  $DR_{jc}$ , e da empresa,  $-OR_{sjc}$  e  $-OR_{jc}$ , são apresentados nas equações (1) a (4). O salário base utilizado nos cálculos refere-se ao salário mínimo de 2019 (R\$ 198,00), não sendo considerados no salário mensal do trabalhador descontos de INSS e FGTS, para fins de simplificação, o que não compromete os resultados de equilíbrio do jogo. A forma como o cálculo foi realizado é apresentado de forma detalhada no Quadro 1A, no apêndice desse trabalho.

$$DR_{sjc} = SS + FV + \frac{1}{3}(FV) + FP + \frac{1}{3}(FP) + 13^{\circ}P + AP + FGTS + MFGTS + SD \quad (19)$$

$$DR_{sjc} = R\$10.329,97$$

$$-OR_{sjc} = -\left(SS + FV + \frac{1}{3}(FV) + FP + \frac{1}{3}(FP) + 13^{\circ}P + AP + FGTS + MFGTS\right) \quad (20)$$

$$-OR_{sjc} = -R\$5.339,97$$

$$-DR_{jc} = \left(SS + FV + \frac{1}{3}(FV)\right) - (DR_{sjc}) \quad (21)$$

$$-DR_{jc} = -R\$9.331,97$$

$$-OR_{jc} = -\left(SS + FV + \frac{1}{3}(FV)\right) \quad (22)$$

$$-OR_{jc} = -R\$998,00$$

O próximo passo, é apresentar a forma a qual foi calculada a produtividade do trabalhador. Considerando que a produtividade pode ser calculada com base na receita líquida do setor dividido pelo número de trabalhadores, optou-se por utilizar essa *proxy* no presente no trabalho. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a receita líquida do setor de extração (RLE) foi de R\$ 192.020.559.000,00 e o número de trabalhadores desse setor (TE) foi de 187.608. Por sua vez, a receita líquida do setor da construção civil (RLCC) foi de R\$ 458.661.144.000,00 e o número de trabalhadores desse setor (TCC) foi de 2.057.200. Os valores são anuais e referem-se ao ano de 2018, sendo que o número de trabalhadores é referente a dezembro de 2018. O motivo de utilizar essa *proxy* para o ano de 2018 se deve ao fato da indisponibilidade desses dados para 2019. Fazendo a soma dos valores das receitas líquidas e dividindo pelo número de trabalhadores, os *payoffs* relativos à produtividade do trabalhador e à perda de produtividade da empresa são dadas pelas equações (5) e (6), respectivamente:

$$P = \frac{(RLE + RLCC)/13}{TE + TCC} \quad (23)$$

$$P = R\$17.150,31$$

$$-P = -R\$17.150,31 \quad (24)$$

Se o trabalhador da empresa é *no shirker*, e a empresa mantém o contrato de trabalho, o trabalhador ganha seu salário (S), relativo a R\$ 998,00 e a empresa ganha o valor relativo à sua produtividade, R\$17.150,31, que é dada pelo cálculo da receita líquida dos setores dividido pela quantidade de trabalhadores empregados. Por sua vez, se a empresa possui trabalhador *shirker*, o trabalhador auferir por salário mensal, mas a empresa possui uma perda relativa a -R\$17.150,31, devido à não produtividade desse funcionário, ou seja, o trabalhador vai auferir de seu salário mensal mesmo não sendo produtivo para a empresa e a empresa perderá com a manutenção da relação trabalhista, que não lhe traz lucro.

Após essas considerações, o jogo é apresentado na forma matricial, com os respectivos *payoffs*. Para a resolução do jogo a probabilidade a ser considerada é de 17,84%. Destaca-se que o valor dessa probabilidade é derivado do modelo *Logit*, aplicado no modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) da seção 2, em que a probabilidade de a empresa identificar o trabalhador *shirker* é dado pela razão supervisor/empregado, *proxy span of control*. Os valores dos *payoffs* são apresentados na Figura 4.

**Figura 3:** Jogo da rescisão na forma matricial com os respectivos *payoffs*. Valores em (R\$).

p = 0,1784			
<b>Jogo Tipo I (com supervisão)</b>		<b>E</b>	
		D	ND
<b>T</b>	CNS	( 10.329,97; - 5.339,97)	( 998,00; 17.150,31 )
	CS	(-9.331,97; -998,00)	( 998,00; -17.150,31)

p = 0,8216			
<b>Jogo Tipo II (sem supervisão)</b>		<b>E</b>	
		D	ND
<b>T</b>	CNS	( 10.329,97; - 5.339,97)	( 998,00; 17.150,31)
	CS	(10.329,97; -5.339,97)	( 998,00; -17.150,31)

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 4 apresenta os valores dos *payoffs* dado cada estratégia dos jogadores. A primeira matriz da Figura 4, refere-se ao jogo Tipo I, denominado de “com supervisão”; onde a empresa joga com probabilidade de identificar o trabalhador *shirker*, por sua vez, a segunda matriz da Figura 4, que se refere ao jogo Tipo II, denominado de “sem supervisão”; onde a empresa joga com probabilidade de não identificar o trabalhador *shirker*. Dessa forma, a empresa pode jogar com quatro ações distintas, sendo elas:

- Jogar D caso o jogo seja do Tipo I (com supervisão) e jogar D caso o jogo seja do Tipo II (sem supervisão);
- Jogar D caso o jogo seja do Tipo I (com supervisão) e jogar ND caso o jogo seja do Tipo II (sem supervisão);



**APLICAÇÃO DA TEORIA DOS JOGOS NOS SETORES DE CONSTRUÇÃO E EXTRAÇÃO MINERAL:  
A CONDIÇÃO DE *NO-SHIRKING***

- Jogar ND caso o jogo seja do Tipo I (com supervisão) e jogar D caso o jogo seja do Tipo II (sem supervisão);
- Jogar ND caso o jogo seja do Tipo I (com supervisão) e jogar ND caso o jogo seja do Tipo II (sem supervisão);

*4.2.2 Equilíbrio do Jogo da Rescisão*

A partir das informações do jogo apresentadas, é possível calcular as recompensas dos empregadores e trabalhadores, dadas as estratégias de cada jogador. Primeiramente, é listado na Tabela 4 apenas as recompensas do trabalhador (jogador T), ponderadas pela probabilidade de cada tipo de jogo. Dessa forma, a célula contendo recompensas na primeira linha à esquerda, mostra que o trabalhador tem uma recompensa ponderada no valor de R\$ 10,329,97, quando a empresa joga D, caso o jogo seja do Tipo I (com supervisão), e joga D caso o jogo seja do Tipo II (sem supervisão), estratégia {D, D}; e o trabalhador joga {CNS}. As demais interpretações são análogas à apresentada anteriormente.

**Tabela 4:** Recompensas do trabalhador no jogo da rescisão ponderadas pela probabilidade do tipo de jogo. Valores em (R\$).

Ações do jogador E	Recompensa ponderada do T caso jogue CNS	Recompensa ponderada do T caso jogue CS
D; D	10.329,97	6.785,03
D; ND	2.662,82	- 882,12
ND; D	8.665,14	8.665,14
ND; ND	998,00	998,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tal como apresentado as recompensas do trabalhador, Tabela 4, o próximo passo é desenvolver um raciocínio análogo para o outro jogador. Assim, calcula-se agora as recompensas da empresa. Para isso, é apresentado na Tabela 5, apenas as recompensas da empresa (jogador E), ponderadas novamente pela probabilidade de cada tipo de ação. Nela observamos que caso a empresa jogue o jogo Tipo I (com supervisão) com estratégia {D} e jogue o jogo Tipo 2 (sem supervisão) com estratégia {D} e o trabalhador jogue a estratégia {CNS}, a recompensa desse trabalhador será de - R\$ 5,339.97. O mesmo raciocínio é feito para as demais recompensas apresentadas. Os detalhes dos cálculos das recompensas apresentadas nas Tabelas 4 e 5, constam no Quadro 2A, apêndice desse trabalho.

**Tabela 5:** Recompensas do empregador no jogo da rescisão ponderadas pela probabilidade do tipo de jogo. Valores em (R\$).

Ações do jogador E	Recompensa ponderada do E caso T jogue CNS	Recompensa ponderada do E caso T jogue CS
D; D	- 5.339,97	- 4.565,36

D; ND	13.138,04	-14.268,74
ND; D	-1.327,70	-7.446,93
ND; ND	17.150,31	- 17.150,31

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 1 mostra as recompensas na forma estratégica do jogo da Figura 4, onde tem-se, como é usual em formas estratégicas, as recompensas do trabalhador, representadas na primeira coluna, antes do ponto e vírgula, e as recompensas da empresa representadas na segunda coluna, depois do ponto e vírgula. As recompensas na Tabela 6 são as recompensas do trabalhador e da empresa, dada a probabilidade ( $p$ ) de que a empresa jogue com supervisão e a probabilidade ( $1 - p$ ) de que a empresa jogue sem supervisão.

**Quadro 1:** Jogo da rescisão como jogo de informação imperfeita em forma estratégica. Valores em (R\$).

		E			
		D; D	D; ND	ND; D	ND; ND
T	CNS	(10.329,97; - 5.339,97)	(2.662,82; 3.138,04)	(8.665,14; -1.327,70)	<b>(998,00; 17.150,31)</b>
	CS	(6.785,03; - 4.565,36)	(- 882,12; -14.268,74)	(8.665,14; - 7.446,93)	(998,00; - 17.150,31)

Fonte: Elaborado pelos autores.

A última etapa é aplicar esse conceito de equilíbrio de Nash bayesiano ao jogo da rescisão, ou seja, aplicar o conceito de equilíbrio de Nash à forma estratégica do jogo bayesiano do Quadro 1. Observa-se que o único equilíbrio de Nash do jogo bayesiano acima é **{(CNS); (ND, ND)}**, destacado em negrito em ambas as recompensas. Ou seja, a melhor recompensa para o trabalhador é jogar a estratégia {CNS} e para o empregador é jogar a estratégia {ND; ND} e a melhor recompensa

Esses resultados sugerem que, mesmo que a empresa tenha uma supervisão sobre seus funcionários, sendo que esses supervisores podem identificar os trabalhadores *shirkers*, a melhor estratégia para ela é manter o contrato de trabalho com seu funcionário, uma vez que para o trabalhador a jogar {CNS}, ou seja, é trabalhar gerando produtividade para a empresa. Uma vez que o funcionário opte pela estratégia não fazer “corpo mole”, a empresa tem maior incentivo para manter a relação trabalhista. Por essa razão, o equilíbrio de Nash bayesiano se dá em **{(CNS); (ND, ND)}**, onde o trabalhador terá um ganho de R\$ 998,00, relativo ao seu ganho salarial mensal, e a empresa terá um ganho de R\$ 17.150,31, relativa à produtividade do trabalhador.

## 5. Considerações Finais

O presente artigo teve como objetivo analisar os possíveis ganhos e perdas para trabalhador e empregador, quando o trabalhador realiza suas atividades fazendo “corpo mole” e a empresa pode ou não identificar esse tipo de comportamento e tomar uma ação. Para atingir o objetivo proposto na pesquisa, utilizou-se o modelo de salário de eficiência de Shapiro e Stiglitz (1984),

onde o trabalhador não produtivo foi denominado de trabalhador *shirker*, e o trabalhador produtivo foi denominado de *no shirker*. Além disso, utilizou-se também o modelo da teoria dos jogos, para simular um jogo dessa relação trabalhista e encontrar um possível equilíbrio, considerando como jogadores o trabalhador e a empresa e aplicando algumas estratégias no jogo.

O modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) foi utilizado na análise, sobretudo porque ele define um salário ótimo a ser estabelecido pela empresa, para que o trabalhador evite ser *shirker*, sendo que esse salário está em função, entre outras variáveis, da probabilidade de a firma identificar os trabalhadores que fazem “corpo mole” e assim tomar uma ação. Essa probabilidade encontrada no modelo foi utilizada na teoria dos jogos, fazendo o papel da Natureza, para que assim fosse possível fazer simulações, supondo valores para os parâmetros do modelo, e assim encontrar equilíbrio (s) de Nash.

Para a obtenção dos resultados, foi assumido que o trabalhador pode ser *shirker* ou *no-shirker* e que o empregador possui duas estratégias, que é demitir ou manter a relação trabalhista com o funcionário. Uma vez que o trabalhador é *shirker* e a empresa, através da supervisão, tem uma probabilidade de identificar o trabalhador nessa condição, ela pode tomar uma ação punitiva, advertindo-o ou demitindo-o por justa causa. Por sua vez, se o trabalhador é *no shirker*, a empresa pode romper a relação trabalhista com esse indivíduo, mas não terá direito a demiti-lo por justa causa, o que garantirá ao trabalhador todas as verbas trabalhistas.

O principal resultado do modelo de Shapiro e Stiglitz (1984) apontou que, quanto maior a relação supervisor / número de trabalhadores, maior a probabilidade de o trabalhador sofrer redução em seu salário, o que corroborou com a literatura. Por sua vez, através do modelo da teoria dos jogos, foi possível encontrar um equilíbrio de Nash, que se deu quando o trabalhador decide trabalhar de forma produtiva, ou seja, não ser *shirker* e a empresa decide jogar a estratégia de não demitir o funcionário.

O presente estudo avança na literatura econômica ao fazer uma abordagem de dois modelos amplamente discutidos, mas que não são abordados de forma conjunta, assim, sendo esse o ineditismo da pesquisa. Há algumas limitações neste trabalho. A modelagem tratou apenas de dois tipos de demissão (demissão com e sem justa causa) em que foi assumido uma série de hipóteses afim de tornar o modelo possível de ser analisado utilizando a abordagem da teoria dos jogos. Uma sugestão para futuros trabalhos seria modelar outras situações de demissão contidas na reforma trabalhista de 2017, como também situações em que o rompimento da relação trabalhista parta do funcionário e não apenas do empregador.

## 6. Referências

AKERLOF, G. A.; YELLEN, J. L. *Efficiency wage models of labor market*. 1986.

AKERLOF, G. A.; YELLEN, J. L. *Efficiency wage models of labor market*. 1986.

ALCHIAN, A; DEMSETZ, H. *Production, information costs and economic organization*. *American Economic Review*. 1972.

ALCHIAN, A; DEMSETZ, H. *Production, information costs and economic organization*. *American Economic Review*. 1972.

- ALMEIDA, F. P. L. A Teoria dos Jogos: Uma Fundamentação Teórica dos Métodos de Resolução de Disputa. In: AZEVEDO, A. G. (Org.). **Estudos em Arbitragem, Mediação e Negociação**. Vol. 2. Brasília: Grupos de Pesquisa, 2003.
- ANGEL, P. O; FUMÁS, V. S. *Compensation and span of control in hierarchical organizations*. **Journal of Labor Economics**, v. 20, n. 4, p. 848-876, 2002.
- ANGEL, P. O; FUMÁS, V. S. *Compensation and span of control in hierarchical organizations*. **Journal of Labor Economics**, v. 20, n. 4, p. 848-876, 2002.
- ARBACHE, J. *Wage differentials in Brazil: theory and evidence*. **Journal of Development Studies**. 2001.
- ARBACHE, J. *Wage differentials in Brazil: theory and evidence*. **Journal of Development Studies**. 2001.
- ARELLANO, M; BOND, S. *Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations*. **The review of economic studies**, v. 58, n. 2, p. 277-297, 1991.
- ARELLANO, M; BOVER, O. *Another look at the instrumental variable estimation of error-components models*. **Journal of econometrics**, v. 68, n. 1, p. 29-51, 1995.
- AZEVEDO, A. G. (Org.). **Manual de mediação judicial**. Brasília, DF: Ministério da Justiça e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), 2013.
- BIERMAN, H. S.; FERNANDEZ, L. **Game Theory with economic application**. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1998. 452p.
- BLUNDELL, R; BOND, S. *Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models*. **Journal of econometrics**, v. 87, n. 1, p. 115-143, 1998.
- CAMERON, A. C; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics using stata**. College Station, TX: Stata press, 2010.
- COASE, R. H. *The Problem of Social Cost*. **Journal of Law and Economics III**. 1960.
- COASE, R. H. *The Problem of Social Cost*. **Journal of Law and Economics III**. 1960.
- ESTEVES, L. A. Salário Eficiência e Esforço de Trabalho: Evidências da Indústria Brasileira de Construção. **Economia** 2008.
- ESTEVES, L. A. Salário Eficiência e Esforço de Trabalho: Evidências da Indústria Brasileira de Construção. **Economia** 2008.
- ESTEVES, L. A. Uma nota sobre intensidade de supervisão nas indústrias brasileiras. **Revista Brasileira de Economia**. 2006.
- ESTEVES, L. A. Uma nota sobre intensidade de supervisão nas indústrias brasileiras. **Revista Brasileira de Economia**. 2006.
- FARIA, J. R. *Supervision and effort in an intertemporal efficiency wage model: the role of the Solow condition*. **Economics Letters**. 2000.
- FIANI, Ronaldo. **Teoria dos jogos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

- FIGUEIREDO, R. S. Teoria dos Jogos: Conceitos, Formalização Matemática e aplicação à Distribuição de Custo Conjunto. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 1, n.3, 1994.
- GATICA, J.; MIZALA, A.; ROMAGUERA, P.; Interindustry Wage Differentials in Brazil. ***Economic Development and Cultural Change***. 1995.
- GATICA, J.; MIZALA, A.; ROMAGUERA, P.; *Interindustry Wage Differentials in Brazil*. ***Economic Development and Cultural Change***. 1995.
- GREENE, W. H. ***Econometric analysis***. Pearson Education India, 2003.
- GREENE, W. H. ***Econometric analysis***. Pearson Education India, 2003.
- JENSEN, M. C.; MECKLING, W. H. *Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure*. ***Journal of Financial Economics***. 1976.
- JENSEN, M. C.; MECKLING, W. H. *Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure*. ***Journal of Financial Economics***. 1976.
- JUSTO, G. A; PARRÉ, J. L. Como a reforma trabalhista impacta litígios judiciais quanto à rescisão do contrato de trabalho? Uma resposta usando teoria dos jogos. ***Economic Analysis of Law Review***. 2020.
- KATZ, L. F. *Efficiency wage theories: a partial evaluation*. In: ***NBER Macroeconomics Annual 1986***. Cambridge, 1986.
- KATZ, L. F. *Efficiency wage theories: a partial evaluation*. In: ***NBER Macroeconomics Annual 1986***. Cambridge, 1986.
- KEMP-BENEDICT, E. *New ways to slice the pie: Span of control and wage and salary distribution within firms*. ***Munich Personal RePEc Archive***. 2015.
- KEMP-BENEDICT, E. *New ways to slice the pie: Span of control and wage and salary distribution within firms*. ***Munich Personal RePEc Archive***. 2015.
- LAYARD, R.; NICKELL, S; JACKMAN, R. ***Unemployment: macroeconomic performance and the labour market***. Oxford University Press on Demand, 2005.
- LAYARD, R.; NICKELL, S; JACKMAN, R. ***Unemployment: macroeconomic performance and the labour market***. Oxford University Press on Demand, 2005.
- LEIBENSTEIN, H. *The theory of underemployment in backward economies*. ***Journal of Political Economy***, Chicago.1957.
- LEIBENSTEIN, H. *The theory of underemployment in backward economies*. ***Journal of Political Economy***, Chicago.1957.
- MAS-COLELL, A; WHINSTON, M. D; VITALE, C. M. F. L, ***Microeconomic theory***. NewYork:Oxford University Press,1995.
- MATTEI, T. F; PARRÉ, J. L. Reforma Trabalhista e Rescisão dos Contratos de Trabalho: uma análise à luz da Teoria dos Jogos. ***Economic Analysis of Law Review***, v. 10, n. 3, p. 126-150, 2020.

- MC MANUS, J.C. *The Costs of Alternative Economic Organizations*. **Canadian Journal of Economics** **VII**.1975.
- MENEZES, T. A; RAPOSO, I. P. A. *Wage differentials by firm size: the efficiency wage test in a developing country*. **Estudos Econômicos**. 2014.
- NETO, A. B. S.; HOLANDA, F. B. de L. Litigiosidade na justiça do trabalho e modalidades rescisórias: uma abordagem a partir da teoria dos jogos. **Economic Analysis of Law Review**. 2017.
- ROMER, D; **Advanced macroeconomic**. Mcgraw-hill, 2018.
- ROMER, D; **Advanced macroeconomic**. Mcgraw-hill, 2018.
- SALOP, S. C. *A model of the natural rate of unemployment*. **American Economic Review**, Nashville. 1979.
- SALOP, S. C. *A model of the natural rate of unemployment*. **American Economic Review**, Nashville. 1979.
- SHAPIRO, C; STIGLITZ, J. E. *Equilibrium unemployment as a worker discipline device*. **American Economic Review**.1984.
- SHAPIRO, C; STIGLITZ, J. E. *Equilibrium unemployment as a worker discipline device*. **American Economic Review**.1984.
- SILVA, L. A. M. G. ; VITALE, C. M. F. L. Aplicação da teoria dos jogos na mediação de conflitos: o equilíbrio de Nash como estratégia de maximização de ganhos. In: Maillart, A. S; Oliveira, J. S; Beçak, R. (Org.). **Aplicação da teoria dos jogos na mediação de conflitos: o equilíbrio de nash como estratégia de maximização de ganhos**. 1ed.florianópolis: 2016.
- STIGLITZ, J. E. *Alternative theories of wage determination and unemployment in LDCs: the labor turnover model*. **Quarterly Journal of Economics**.1974.
- STIGLITZ, J. E. *Alternative theories of wage determination and unemployment in LDCs: the labor turnover model*. **Quarterly Journal of Economics**.1974.
- TAVARES, J. M. **Teoria dos Jogos Aplicada à Estratégia Empresarial**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- UHR, D. A. P.; BALBINOTO, G.; UHR, J. G. Z.; MAMBRIN, D. *Is there a trade-off between supervision and wages in the Brazilian civil construction sector? Additional evidence using panel data analysis*. **The Empirical Economics Letters**. 2017.
- UHR, D. A. P.; BALBINOTO, G.; UHR, J. G. Z.; MAMBRIN, D. *Is there a trade-off between supervision and wages in the Brazilian civil construction sector? Additional evidence using panel data analysis*. **The Empirical Economics Letters**. 2017
- UHR, D. A. P.; ZIERO, J. G. Existe trade-off entre supervisão e salários? Evidências para a indústria da construção civil brasileira. In: XIV Encontro de Economia Região Sul - ANPEC SUL, 2011, Florianópolis, 2011.

- UHR, D. A. P.; ZIERO, J. G. Existe trade-off entre supervisão e salários? Evidências para a indústria da construção civil brasileira. In: XIV Encontro de Economia Região Sul - ANPEC SUL, 2011, Florianópolis, 2011.
- UHR, D. A. P; UHR, J.G. Z; CORRÊA, P. N. Existe trade-off entre supervisão e salários? Evidências para o meio agrícola brasileiro. **Revista Brasileira de Economia de Empresas**. 2016.
- UHR, D. A. P; UHR, J.G. Z; CORRÊA, P. N. Existe trade-off entre supervisão e salários? Evidências para o meio agrícola brasileiro. **Revista Brasileira de Economia de Empresas**. 2016.
- WEISS, A. M. *Job queues and layoffs in labor markets with flexible wages*. **The Journal of Political Economy**. 1980.
- WEISS, A. M. *Job queues and layoffs in labor markets with flexible wages*. **The Journal of Political Economy**. 1980.
- WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT press, 2010.

## 7. Apêndices

**Quadro 1A:** Valores dos *payoffs* da empresa e trabalhador quando o trabalhador sofre demissão.

<b>Direitos de rescisão do trabalhador demitido sem justa causa, <math>payoff\{DR_{sjc}\}</math></b>	
$SS$	Considerando que o trabalhador recebeu por 17 meses de trabalho e foi desligado ao final do 18º mês de trabalho, $SS$ é de R\$ 998,00;
$FV + \frac{1}{3}(FV)$	A suposição do modelo assume que o funcionário não tem férias vencidas;
$FP + \frac{1}{3}(FP)$	Considerando que o trabalhador trabalhou 18 meses, recebeu o período de férias de 30 dias relativos há 12 meses de trabalhos, esse trabalhador tem direito a férias proporcionais, relativos há 6 meses de trabalho. Dessa forma, receberá de férias proporcionais mais um terço o valor referente à: $[(R\$ 998,00) / 2] = R\$ 499,00 + (R\$ 499,99/3) = R\$ 166,33$ . Assim, o trabalhador receberá $R\$ 499,00 + R\$ 166,33 = R\$ 665,33$ .
$13^{\circ}P$	O 13º proporcional do trabalhador é relativo há 6 meses de trabalho, dando um total de R\$ 499,00.
$AP$	O Aviso prévio pago pela empresa é referente há um mês de salário, dando um total de R\$ 998,00.
$FGTS$	A empresa tem por obrigatoriedade depositar 8% do valor do salário ao trabalhador. Considerando que foram depositados 18 meses de trabalho mais 13º salário (integral e proporcional relativo há 6 meses dias), o valor do FGTS depositado pela empresa foi de: $[R\$ 998,00 * 19,5 \text{ meses (18 meses de trabalho + 13º salário integral + 13º salário proporcional)}] * 8\% = R\$ 1.556,68$ .
$MFGTS$	A multa do FGTS é relativa à 40% do valor depositado pela empresa, dessa forma, o trabalhador tem direito a receber um total de R\$ 622,75.

SD	O trabalhador, nas condições apresentadas, tem direito a 5 parcelas do seguro desemprego. Dessa forma, receberá um total de R\$ 4.990,00.
$DR_{sjc}$	O trabalhador, receberá de verbas rescisórias, um total de R\$ 10.329,97.
<b>Ônus de rescisão da empresa que demite o trabalhador sem justa causa, <math>payoff\{-OR_{sjc}\}</math>.</b>	
$-OR_{sjc}$	Os custos pago pela empresa quando o funcionário é demitido sem justa causa, é relativo à soma dos valores: $-(SS + FP + \frac{1}{3}(FP) + 13^{\circ}P + AP + FGTS + MFGTS) = -R\$ 5.339,97$
<b>Direitos de rescisão do trabalhador demitido com justa causa, <math>payoff\{-DR_{jc}\}</math></b>	
SS	R\$ 998,00
$FP + \frac{1}{3}(FP)$	R\$ 0,00.
$-DR_{jc}$	Considerando que o trabalhador teria um ganho de R\$ 10.329,77, se fosse demitido por justa causa, e esse ganho cai para R\$ 998,00, a perda de verbas rescisórias é relativo à: $- R\$ 9.331,97$ .
<b>Ônus de rescisão da empresa que demite o trabalhador sem justa causa, <math>payoff\{-OR_{jc}\}</math>.</b>	
SS	R\$ 998,00
$-OR_{jc}$	O ônus que a empresa tem com a demissão de um funcionário, quando demitido por justa causa, é apenas o saldo de salário, relativo à $-R\$ 998,00$ .

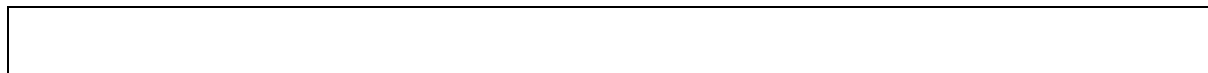
Fonte: Elaboração própria.

Nota<sup>1</sup>: Valores calculados com base no salário mínimo de 2019 (R\$ 998,00). Nota<sup>2</sup>: Não foi considerado o valor de  $FP+1/3$  devido à suposição apresentada acima de que o trabalhador não possui férias vencidas.

#### Quadro 2A: Valores das recompensas dos jogadores.

<p><b>Recompensa ponderada do T caso jogue CNS</b></p> $R\$10,329.97 * (0,1784) + R\$ 10,329.97 *(0.8216) = R\$ 10,329.97$ $R\$10,329.97 * (0,1784) + R\$ 998.00 * (0.8216) = R\$ 2.662,82$ $R\$ 998.00 * (0,1784) + R\$ 10,329.97 *(0.8216) = R\$ 8.665,14$ $R\$ 998.00 * (0,1784) + R\$ 998.00 * (0.8216) = R\$ 998,00$ <p><b>Recompensa ponderada do T caso jogue CS</b></p> $(-R\$ 9,540.77) * (0,1784) + R\$ 10,329.97 *(0.8216) = R\$ 6.785,03$ $(-R\$ 9,540.77) * (0,1784) + R\$ 998.00 *(0.8216) = - R\$ 882,12$ $R\$ 998.00 *(0,1784) + R\$ 10,329.97 *(0.8216) = R\$ 8.665,14$ $R\$ 998.00 *(0,1784) + R\$ 998.00 *(0.8216) = R\$ 998,00$ <p><b>Recompensa ponderada do E caso T jogue CNS</b></p> $(-R\$ 5,339.97) * (0,1784) + (-R\$ 5,339.97) *(0.8216) = - R\$ 5.339,97$ $(-R\$ 5,339.97) * (0,1784) + R\$ 17,150.31 *(0.8216) = R\$ 13.138,04$ $R\$ 17,150.31 * (0,1784) + (-R\$ 5,339.97) *(0.8216) = - R\$ 1.327,70$ $R\$ 17,150.31 * (0,1784) + R\$ 17,150.31 *(0.8216) = R\$ 17.150,31$ <p><b>Recompensa ponderada do E caso T jogue CS</b></p> $(-R\$ 998.00) * (0,1784) + (-R\$ 5,339.97) *(0.8216) = - R\$ 4.565,36$ $(-R\$ 998.00) * (0,1784) + (-R\$ 17,150.31) *(0.8216) = - R\$ 14.268,74$ $(-R\$ 17,150.31) * (0,1784) + (-R\$ 5,339.97) *(0.8216) = - R\$ 7.446,93$ $(-R\$ 17,150.31) * (0,1784) + (-R\$ 17,150.31) *(0.8216) = - R\$ 17.150,31$
--





Fonte: Elaboração própria.